

ارزیابی مدل بهینه گلخانه خورشیدی در ساختمان های مسکونی اقلیم معتدل و سرد کشور (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)

محمد مهدی مقدسی - دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه معماری، تهران، ایران.

شاهین حیدری* - دانشیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

آزاده شاهچراغی - دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه معماری، تهران، ایران.

خسرو دانشجو - استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه معماری، تهران، ایران.

چکیده

گلخانه های خورشیدی از دیدگاه انرژی، از جمله راه حل های ساختمانی غیرفعال هستند که بوسیله استفاده از تابش خورشید، انرژی خورشیدی را برای ایجاد گرمایش در فضاهای جانبی جذب می کنند. در این پژوهش با استفاده از پنج متغیر جهت گیری، زاویه شیب و ابعاد، مصالح نورگذر، انتقال حرارت و حفظ انرژی و با استفاده از داده های اقلیمی محدوده مورد مطالعه که در بازه زمانی (۲۰۰۵-۲۰۱۵) از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی فرودگاه کرمانشاه گردآوری شده است. مدل بهینه گلخانه خورشیدی در اقلیم مورد نظر با کمک نرم افزارهای شبیه سازی و ارزیابی انرژی بررسی و تحلیل شده است. بر اساس نتایج این پژوهش در طول ماه های گرم سال (شش ماه اول) جهت هایی که زاویه بیشتری نسبت به جنوب دارند انرژی بیشتری را دریافت می کنند؛ اما این موضوع در ماه های سرد سال (شش ماه دوم) تقریباً حالت عکس به خود می گیرد، به گونه ای که زوایای نزدیک تر به جنوب انرژی بیشتری را دریافت می کنند که با توجه به هدف از طراحی گلخانه که همانا کمک به کاهش بار گرمایشی در طول فصول سرد سال می باشد، این گونه جهت گیری برای ما مناسب تر خواهد بود که با توجه با آن می توان دریافت که مناسب ترین جهت گیری به منظور دریافت حداکثر انرژی خورشید در شش ماه دوم سال چرخش ۱۰ درجه ای از سمت جنوب به سمت غرب می باشد. همچنین با توجه به نتایج حاصله می توان دریافت که بیشترین بازده در دریافت انرژی خورشید در شش ماه دوم سال در محدوده مورد مطالعه علاوه بر زاویه آزیموت ۱۰ درجه به سمت غرب مربوط به زاویه شیب ۵۰ درجه نسبت به سطح افق گلخانه می باشد از این منظر بهینه ترین طول گلخانه خورشیدی ۶ متر و بهینه ترین فرمول محاسبه عمق (عرض) آن از رابطه $W/h = (50) \cos$ قابل محاسبه است. همچنین به منظور بهبود عملکرد گرمایشی در گلخانه می توان از پنجره های با شیشه دو جداره و نیز پنجره هایی با شیشه های کم گسیل همراه با عایق کاری متحرک درونی استفاده کرد، که باعث کاهش ضریب انتقال حرارت در پنجره شده و در نتیجه سبب کاهش اتلاف انرژی در گلخانه می شود.

واژگان کلیدی: فضای خورشیدی، معماری غیرفعال، گلخانه خورشیدی، حفظ انرژی.

Evaluation of Optimal Greenhouse in Residential Buildings in Moderate and Mountainous Climate of Iran (Case Study: City of Kermanshah)

Abstract

Solar greenhouse from the perspective of energy, including the construction ways disabled by using solar radiation, absorb the solar energy to heating side space in this study using five variable orientation, the angle slope and aspect, light conductor materials, heat transfer and energy conservation and using climate data within the study period (2005-2015) of synoptic meteorological station of Kermanshah airport has been collecting to help optimize solar greenhouse the software simulation and evaluation of energy is analyzed. Based on the results of this study during the warmer months of the year (first six months) the direction which has the greater angle from the south have more energy in this respect the most efficient solar greenhouses during the most optimal formula for calculating depth of 6 meters (width) of the relationship $\cos(50) = W/h$ is calculated. We can also improve the performance of windows heating greenhouses with double glazing and low-emission windows with shading with internal movable insulation, which reduces heat transfer coefficient and thus in window reduce energy waste placed in the greenhouse.

Keywords: solar space, architecture, passive solar greenhouses, energy conservation

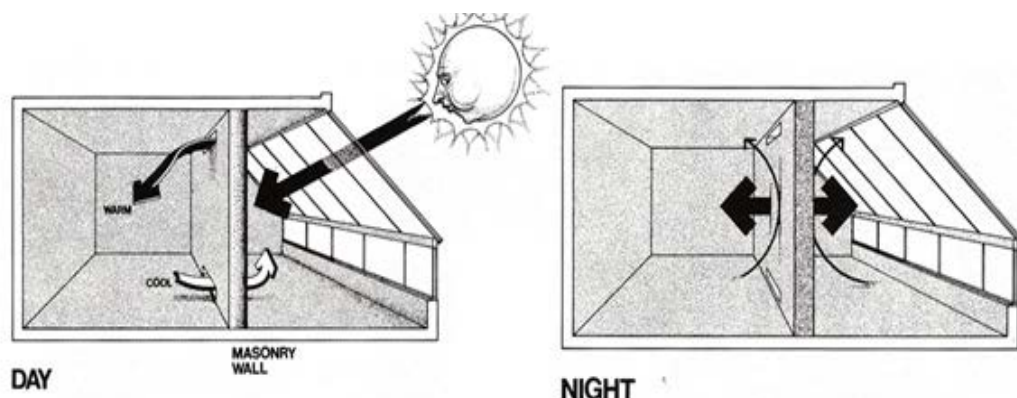
(لکner، ۱۳۸۵، ص ۱۷۴). گلخانه‌ها از دیدگاه انرژی، از جمله راه حل‌های ساختمانی جذاب هستند که بوسیله استفاده از تابش خورشید، انرژی خورشیدی را برای استفاده در فضاهای جانبی جذب می‌کنند، و از لحاظ کاهش تقاضای انرژی در زمستان و همچنین گسترش فضاهای قابل استفاده و آسایش حرارتی شرایط مطلوبی را برای ساکنین فراهم می‌کنند. طبیعت پیچیده جریان‌های انرژی حرارتی میان یک گلخانه و یک ساختمان تعیین اندازه دقیق گلخانه و پیش‌بینی عملکرد آن را به عنوان یک سیستم گرمایشی مشکل می‌سازد. چنانچه گلخانه الحاقی به درستی محاسبه و طراحی شود نه تنها خود را گرم می‌کند بلکه فضاهای مجاور خود را نیز گرم خواهد کرد. در این بخش عملکرد گلخانه‌های خورشیدی در فصل سرد در اقلیم معتدل و کوهستانی کشور (شهر کرمانشاه) که نیاز به گرمایش فضای داخلی حداقل به مدت پنج ماه از سال مورد نیاز است مورد بررسی قرار گرفته تا بتوان به یک طرح مناسب از آن دست پیدا کرد تا طراحان را از محاسبات حرارتی پیچیده بی‌نیاز کند. یک گلخانه قسمتی از یک ساختمان بزرگتر است که در پاره‌ای موارد به آن گلخانه الحاقی می‌گویند. گلخانه الحاقی اصولاً ترکیبی از سیستم‌های دریافت مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. در این حالت گلخانه در طرف جنوبی ساختمان با دیوار سنگین مستقل ساخته می‌شود. از آنجایی که این گلخانه مستقیماً به واسطه نور خورشید گرم می‌شود، عملکرد آن به عنوان سیستم دریافتی مستقیم به شمار می‌آید. اما فضای مجاور گلخانه گرمای آن را از دیوار و به صورت غیر مستقیم دریافت می‌کند (مازریا، ۱۳۸۵، ص ۶۷) (تصویر ۱).

۱-۱- شیوه‌های ارتباط گلخانه با ساختمان

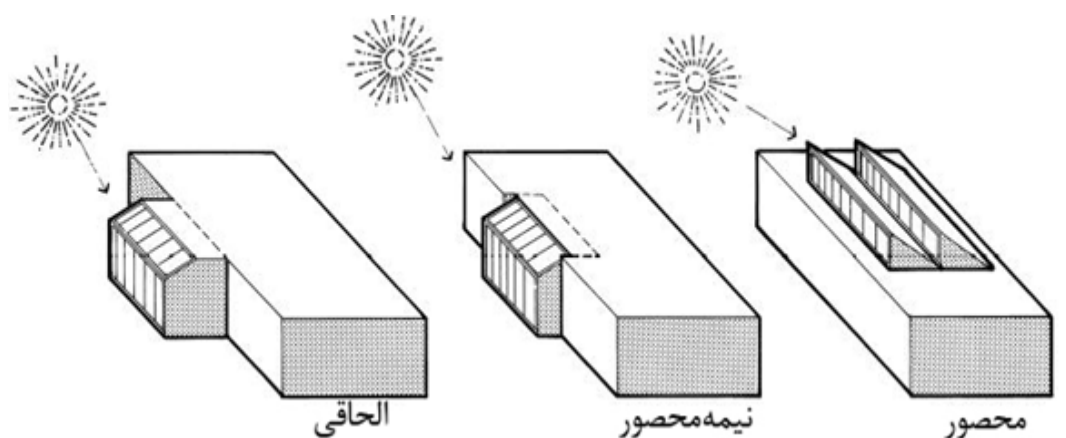
فضای خورشیدی، به عنوان یک حوزه حرارتی مجزا، باید به گونه طراحی شود که در صورت نیاز بتواند از سایر بخش‌های ساختمان جدا گردد. بر این اساس سه شیوه متفاوت برای ارتباط کالبدی

در دنیای امروز تامین انرژی حرارتی یکی از نیازهای اساسی زندگی بشر و عامل مهم گردش چرخ‌های صنعت می‌باشد. بخش عمده‌ای از حامل‌های انرژی از منابع سوخت‌های فسیلی تامین می‌گردد. اما از یک سو این منابع تجدید ناپذیرند و از سوی دیگر مصرف این حامل‌های انرژی به شدت موجب آلودگی محیط زیست می‌گردد. در الگوی مصرف انرژی در کشور، بخش مسکونی و تجاری عمده‌ترین مصرف‌کننده‌ی انرژی کشور در مقایسه با بخش‌های دیگری چون صنعت، حمل و نقل و کشاورزی می‌باشد. با توجه به مصارف گوناگون در بخش تجاری، مسکونی، بیشترین سهم مصرف انرژی در این بخش صرف سرمایش، گرمایش و سیستم‌های تهویه می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان چنین انگاشت کرد که ۱۵ تا ۲۰ درصد از کل انرژی مصرف کشور، صرف گرمایش، سرمایش و تهویه اماکن و ساختمان‌ها می‌شود (سابا، ۱۳۸۳، ص ۱۹۴). با توجه به این نکته لزوم استفاده از گونه‌های دیگر انرژی‌پیش از پیش احساس می‌شود. یکی از این گونه‌های انرژی که به راحتی در ساختمان نیز قابل استفاده است، انرژی خورشید می‌باشد.

پتانسیل واقعی انرژی خورشیدی متأثر از عوامل متعددی نظیر زمان تابش خورشیدی در فصول مختلف سال و ساعت‌های متفاوت در روز، مناطق جغرافیایی و شرایط آب و هوایی است. این پتانسیل تا حدی عظیم است که از تامین احتیاجات فعلی و آتی جهانی انرژی‌فراتر می‌رود (قیابکلو، ۱۳۹۱، ص ۱۱). فضای خورشیدی یا گلخانه اتاقی است که به منظور جمع‌آوری گرما برای بخش اصلی یک ساختمان و نیز به عنوان یک فضای نشیمن ثانوی طراحی شده است. از آنجا که دما در یک فضای خورشیدی مجاز به نوسان از حدود ۳۲ درجه سانتیگراد در یک روز آفتابی تا یک حداقل ۱۰ درجه‌ی سانتیگراد در طول شب زمستان می‌باشد این سامانه می‌تواند به عنوان یک فضای نشیمن الحاقی مورد توجه قرار گیرد



تصویر ۱. دریافت مستقیم و غیر مستقیم در گلخانه الحاقی؛ ماخذ: مازریا، ۱۳۸۵.



تصویر ۲. روابط ممکن بین گلخانه و فضای اصلی؛ ماخذ: لنکر، ۱۳۸۵.

گلخانه‌ی خورشیدی با ساختمان وجود دارد. گلخانه‌ها بر مبنای میزان محصوریت، به انواع متصل (الحاقی) نیمه محصور و محصور تقسیم بندی می‌شوند (تصویر ۲).

۱-۲- انواع گلخانه از نظر کاربردی

- گلخانه به عنوان جزئی از فضای زندگی (بدون دیوار) عملکرد آن به مانند جذب مستقیم است، چراکه آفتاب را مستقیماً وارد فضا میکند.
- گلخانه بدون دیوار با جدا کننده‌ای که توده ذخیره حرارت نیست.
- گلخانه با دیوار ترمومب.
- گلخانه مجهز به تهویه.

- گلخانه مجهز به ذخیره مجزا.
- گلخانه با کف پایین‌تر از سطح بنا، که در این حالت از زمین به عنوان ذخیره حرارتی استفاده می‌شود.
- گلخانه‌های مجهز به ذخیره گرمایی بشکه‌های آبی، این توده ذخیره می‌تواند بشکه‌های نفتی کوزه‌های پلاستیکی و یا شیشه‌ای باشد که به رنگ تیره درآمده باشند (مفیدی شیرازی، ۱۳۸۵).

۲- پیشنهاد پژوهش

در رابطه با گلخانه‌های خورشیدی تاکنون مطالعات متعددی انجام شده که به پاره‌ای از آنها اشاره می‌گردد:
موتارد و فیسوره برای نحوه توزیع و انعکاس امواج

تابشی با طول موج بلند در گلخانه خورشیدی متصل (با فرض دمای یکنواخت هوا در گلخانه) مدلی ارائه نمودند. با استفاده از مدل آنها می توان دمای هوا، دمای سطوح گلخانه و شار گرما به فضاهای مجاور گلخانه را بدست آورد.

الیوتی، دسیمونه و روفولو در پژوهشهای خود مدل ساده ای را برای میزان جذب انرژی خورشیدی در گلخانه با استفاده از نرم افزار شبیه سازی در ب ل ت ارائه کردند. مهم ترین متغیرهای بررسی شده شامل عرض جغرافیایی، جهت گیری، هندسه و ویژگی های بصری سطوح مات و شفاف بود نتایج پژوهش آنها نشان می دهد که با استفاده از مدل پیشنهادی آنها می توان میزان انرژی جذب شده در گلخانه را با دقت کافی تخمین زد.

میها لاکاکو و فرانته با بررسی تاثیر عواملی همچون جهت گیری، مصالح شیشه، شرایط مرزی کف گلخانه و سیستم لوله های زیرزمینی بر عملکرد حرارتی آن در ساختمان در چهار شهر اروپایی با استفاده از برنامه شبیه سازی ترانسپس پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان می دهد که گلخانه خورشیدی متصل به ساختمان به میزان قابل توجهی دمای فضای داخلی را در فصول سرد سال افزایش می دهد اما در فصول گرم سال موجب افزایش کنترل نشده و بیش از حد فضای داخلی می گردد البته این پدیده زمانی رخ می دهد که هیچ گونه تمهیدی برای خروج هوای گرم گلخانه در فصول گرم سال در نظر گرفته نشده باشد.

میها لاکاکو در ادامه تاثیر سه روش سرمایش غیر فعال شامل سایبانها، لوله های زیرزمینی و تهویه شبانه را برای جلوگیری از بیش از حد گرم شدن فضای گلخانه در فصول گرم با استفاده از برنامه ترانسپس شبیه سازی نمود. نتایج پژوهش او نشان می دهد که ترکیب هر سه روش در بهبود عملکرد حرارتی گلخانه متصل به ساختمان موثر است و آن را بهبود می بخشد.

اسپوستی و همکاران نیز برای بررسی عملکرد

حرارتی گلخانه متصل یک نمونه واقعی ساختند. آنها در جداره جنوبی یکی از نمونه های مورد آزمایش، پنجره ایی با شیشه دوجداره و در نمونه دیگر گلخانه ایی با پنجره مشابه طراحی نمودند و عملکرد این نمونه ها را با عملکرد نمونه مرجع که جداره جنوبی آن دارای عایق حرارتی بود را مقایسه کردند. مقایسه مصرف انرژی سه نمونه ساخته شده نشان داد که عملکرد حرارتی نمونه دارای گلخانه کم و بیش مانند نمونه مرجع بود، این پدیده به دلیل مه آلود بودن هوا در کل دوره اندازه گیری رخ داده بود.

طالقانی، تین پرک، اندی وان دن دوبلستن محققین دانشگاه تکنولوژی دلفت هلند در یک پژوهش دانشگاهی اثرات سه فضای متفاوت شامل حیاط مرکزی، آدوتریم و گلخانه خورشیدی را در میزان مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی در پنج اقلیم متفاوت اروپایی و آسیایی بررسی نمودند. بر اساس نتایج این پژوهش که با استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی و ممیزی انرژی انجام شده نشان می دهد که بطور مثال در هلند وجود حیاط مرکزی و یا گلخانه خورشیدی در مرکز ساختمان باعث افزایش مصرف انرژی ساختمان شده و همچنین باعث بیش گرمایش ساختمان در فصول گرم نیز خواهد گردید.

در ایران نیز پژوهش های نظری و عملی در خصوص گلخانه های خورشیدی انجام شده هر چند که بخش عمده این پژوهش ها در زمینه کشاورزی و کشت محصولات گلخانه ایی است اما در زمینه گلخانه های متصل به ساختمان پژوهش های کمتری صورت گرفته که در ادامه اشاره می گردد: سارا گیلانی و بهروز محمد کاری در پژوهش خویش عملکرد گرمایشی گلخانه های خورشیدی متصل به ساختمانهای مسکونی در اقلیم سرد کشور (شهر اردبیل) را بررسی نموده اند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش که با کمک نرم افزارهای شبیه سازی و ممیزی انرژی انجام شده است. جهت گیری مناسب گلخانه برای این اقلیم بررسی

شده و مشخص گردیده که برای دریافت بیشترین انرژی خورشیدی در فصول سرد سال جهت گیری جنوب غربی و غرب و برای کمترین بار گرمایشی در دوره گرم سال جهت گیری جنوب غربی مناسب ترین جهت برای اتصال گلخانه های خورشیدی به ساختمان می باشند.

بر این اساس با توجه به اینکه ایران در زمره کشورهای با پتانسیل بالای تابش انرژی خورشیدی در جهان بوده و از طرفی مصرف سوخت های فسیلی در کشور علی الخصوص در بخش مسکونی رو به افزایش است. بهره گیری از سیستم غیرفعال خورشیدی بصورت گلخانه خورشیدی خصوصا در اقلیم های سرد و کوهستانی کشور توجیه پذیر بوده و به سهولت امکان پذیر است در این پژوهش کارایی یک گلخانه خورشیدی متصل به ساختمان در اقلیم معتدل و کوهستانی کشور با در نظر گرفتن پنج متغیر موثر با کمک نرم افزار شبیه سازی و ممیزی انرژی پلاس مورد بررسی قرار گرفته تا بهینه ترین مدل مشخص گردد. این پژوهش در شهر کرمانشاه که در محدوده اقلیمی فوق قرار دارد صورت گرفته که با توجه به بررسی های صورت گرفته اقلیمی و پس از تهیه فایل اقلیمی آن بر اساس داده های واقعی و ساعتی ایستگاه هواشناسی فرودگاه کرمانشاه در بازه (۲۰۱۵-۲۰۰۵) تهیه شده است.

۳- متغیرهای اقلیمی

شهر کرمانشاه در غرب کشور ایران و در $31/34$ درجه عرض شمالی و $47/07$ درجه طول شرقی قرار گرفته است ارتفاع ایستگاه هواشناسی فرودگاه کرمانشاه از سطح دریا 1311 متر بوده و بر اساس پهنه بندی اقلیمی کسمایی در گروه اقلیمی ۲ و زیرگروه اقلیمی ۷ قرار دارد. بر اساس تقسیم بندی فوق دمای هوا در زمستان ها سرد و در تابستان ها نیمه گرم و خشک می باشد. بر این اساس با توجه به فاکتورهای اقلیمی، بطور متوسط در محدوده فوق ۶ ماه از سال نیاز به گرمایش فضای داخلی ساختمان وجود دارد. همچنین حدود تقریبی نیاز حرارتی سالیانه

ساختمان به وسیله انرژی خورشیدی $20-25$ درصد کل انرژی برآورد گردیده است. شهر کرمانشاه در ناحیه ۲ پهنه بندی تابش سالیانه خورشید ایران قرار گرفته و بر این اساس میانگین سالیانه تابش خورشید در آن ناحیه $1600-1900 \text{ Kwh/m}^2$ می باشد. بررسی مسیر حرکت سالیانه خورشید در شهر کرمانشاه بیانگر آنست که در 21 Jun بلندترین طول حرکت خورشید که از حدودا $68/5$ درجه شمال شرقی آغاز شده و تا $298/5$ درجه شمال غربی ادامه می یابد بوده و کوتاه ترین مسیر حرکت آن در 21 Dec از حدودا 119 درجه جنوب شرقی آغاز شده و تا 239 درجه جنوب غربی ادامه می یابد همچنین بیشترین طول سایه بروی زمین در همین حدود زمانی و جغرافیایی اتفاق می افتد. در بررسی نمودار زیست اقلیمی شهر کرمانشاه که با استفاده از داده های واقعی و ساعتی اقلیمی ایستگاه هواشناسی فرودگاه کرمانشاه در بازه (۲۰۱۵-۲۰۰۵) تهیه شده است مشخص می گردد که در بیش از یازده درصد اوقات سالیانه شرایط آسایش درونی فراهم است.

۴- متغیرهای پژوهش

برای طراحی یک گلخانه که بتواند انتظارات را به نحو شایسته ای برآورده کند، موارد زیادی را باید مورد توجه قرار داد. پنج متغیر که نقش تعیین کننده ای را در کارکرد گلخانه دارند به شرح زیر می باشد (Robert.W.Jones, ۱۹۸۴): ۱. جهت گیری با توجه به اقلیم؛ ۲. زاویه شیب؛ ۳. شیشه نورگذر؛ ۴. انتقال حرارت؛ ۵. حفاظت از انرژی (عایقکاری).

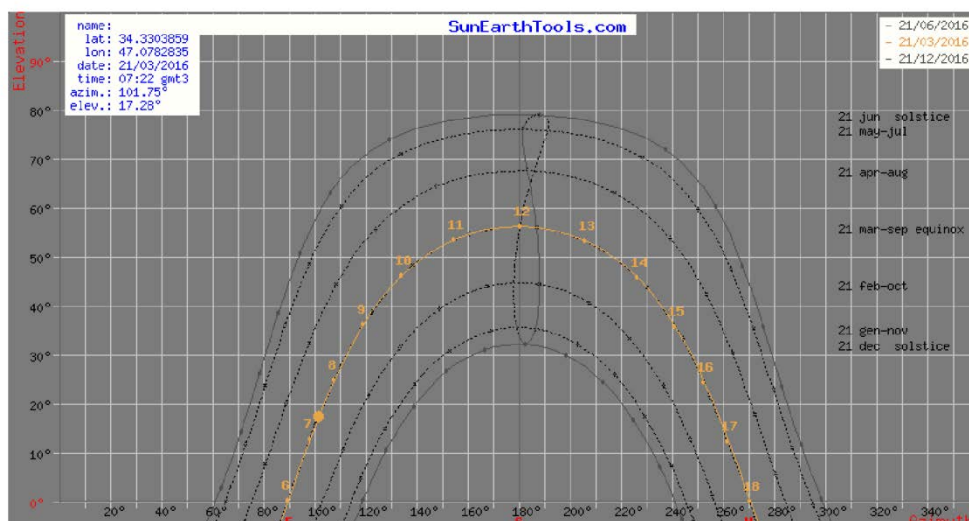
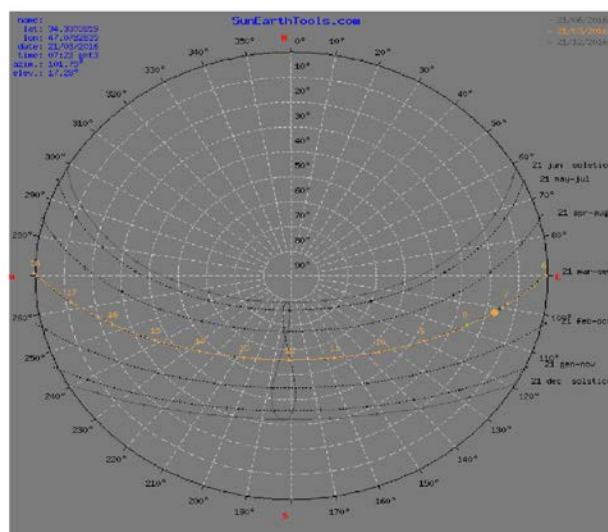
۴-۱- فرضیات پژوهش

در فرآیند ورود داده های مورد نیاز برای شبیه سازی، سعی گردید فرضیاتی در نظر گرفته شود که تا حد امکان به شرایط واقعی بهره برداری متداول در کشور و شهر مورد نظر نزدیک تر باشد. مدل شبیه سازی شده در این پژوهش شامل یک اتاقک شیشه ای رو به جنوب به ابعاد $2,5 \times 4$ متر می باشد که به عنوان گلخانه در نظر گرفته می شود و همچنین

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No.45 winter 2016

۴۹۳



تصویر ۳. مسیر حرکت سالیانه خورشید در شهر کرمانشاه

۵- تحلیل ها

۵-۱- جهت گیری

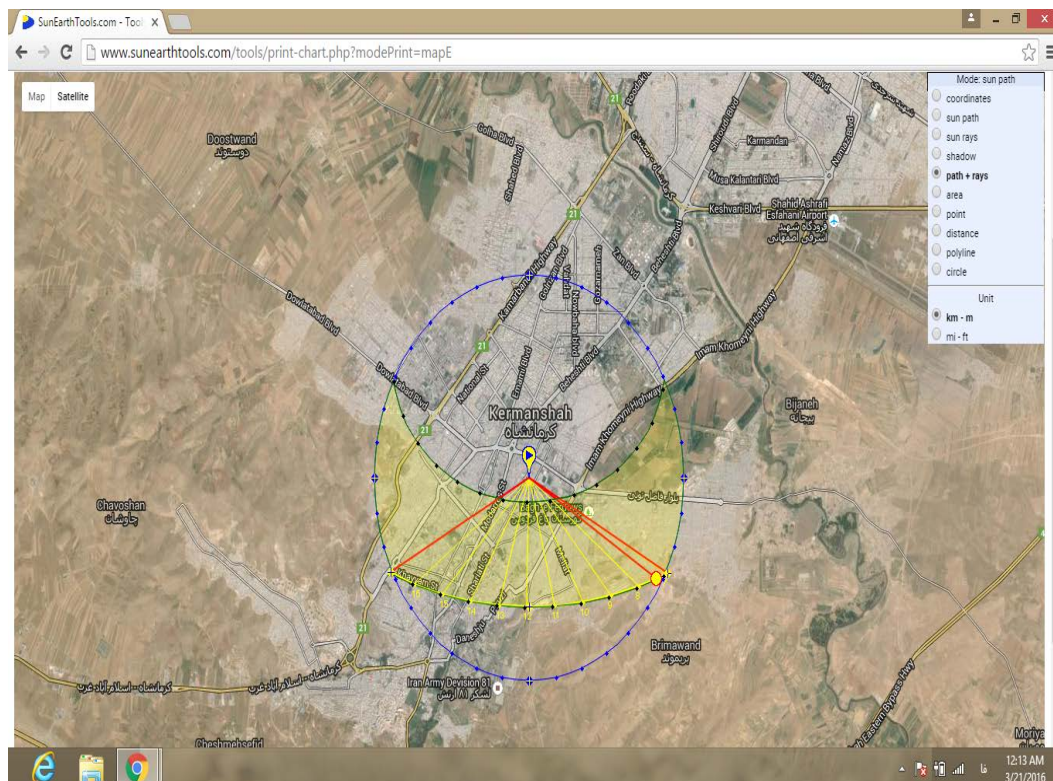
هدف از جهت گیری مناسب پنجره در گلخانه به حداکثر رساندن میزان انرژی عبوری از طریق سطح موجود شیشه می باشد. یک شیشه بیشترین تشعشعات را در زاویه برخورد نرمال عبور می دهد، که این امر به دلیل حداکثر بودن تعداد پرتو برخوردی در یک محدوده ی شیشه کاری معین در زاویه نرمال وهم به دلیل حداکثر بودن میزان عبور در این زاویه می باشد. بنابراین در هر زمان معین جهت گیری بهینه به صورت عمود بر جهت

یک اتاق به ابعاد ۴×۶ متر در ضلع شمالی آن با ارتفاع کف تا کف سه متر می باشد که به واسطه یک دیوار مشترک به گلخانه متصل می باشد و یک پنجره به ابعاد ۲×۱٫۵ متر ارتباط بصری بین گلخانه و اتاق مجاور آن را تامین می کند. دیوارهای اتاق شبیه سازی شده با محیط خارج در ارتباط بوده و با یک لایه پلی استایرن به ضخامت پنج سانتیمتر از خارج عایق شده است. در جدول ۱ مشخصات عناصر به کار رفته در اتاق قابل مشاهده است.

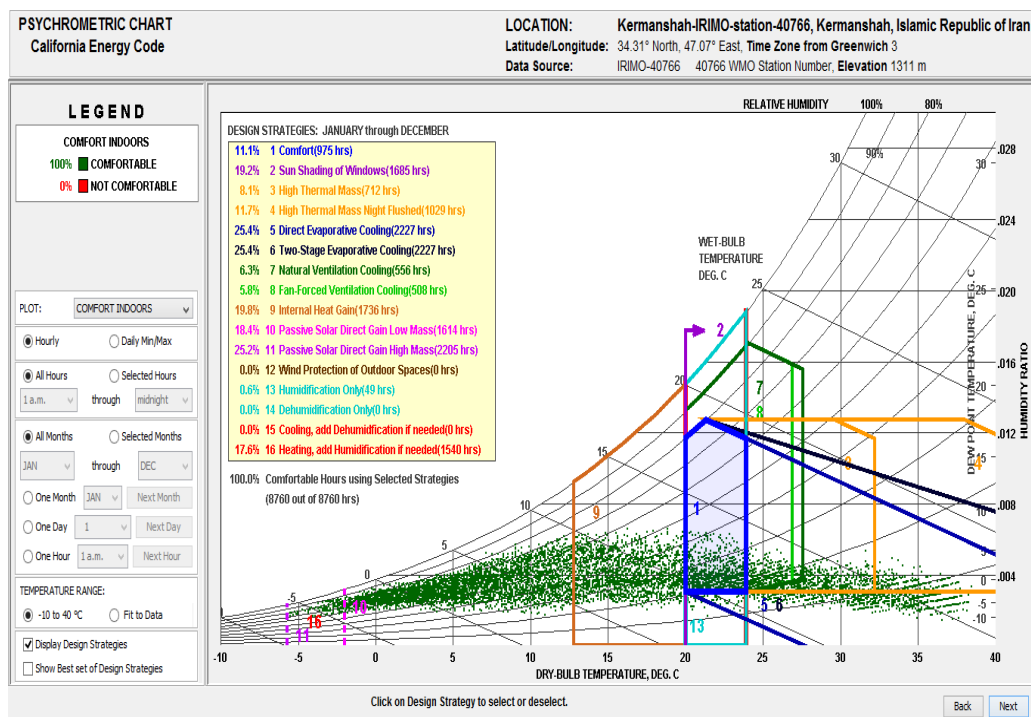
مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No.45 Winter 2016

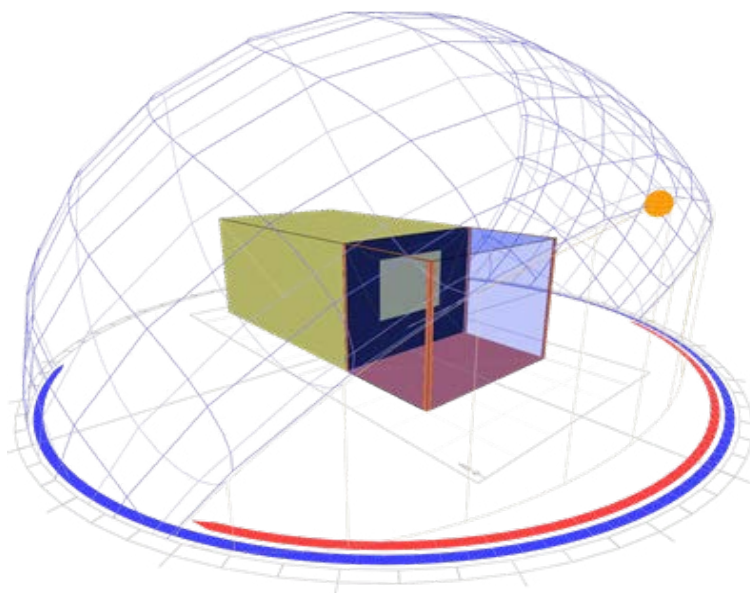
۴۹۴



تصویر ۴. مدل شبیه سازی شده طول سایه در شهر کرمانشاه



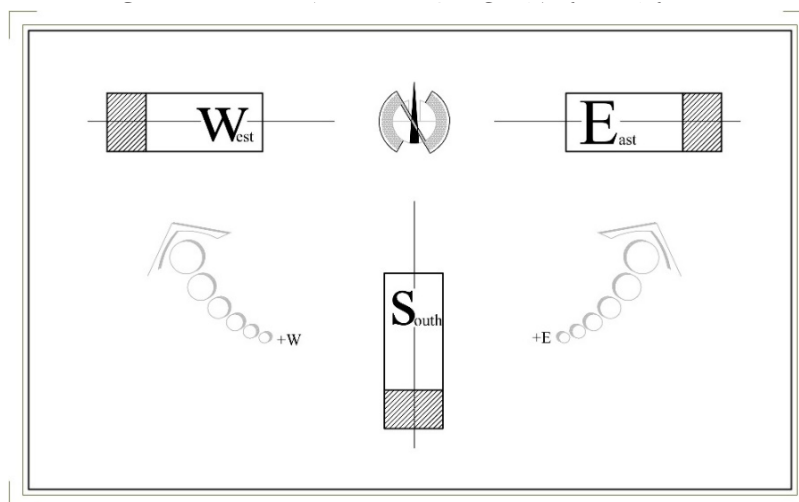
تصویر ۵. دیاگرام سایکومتريک شهر کرمانشاه



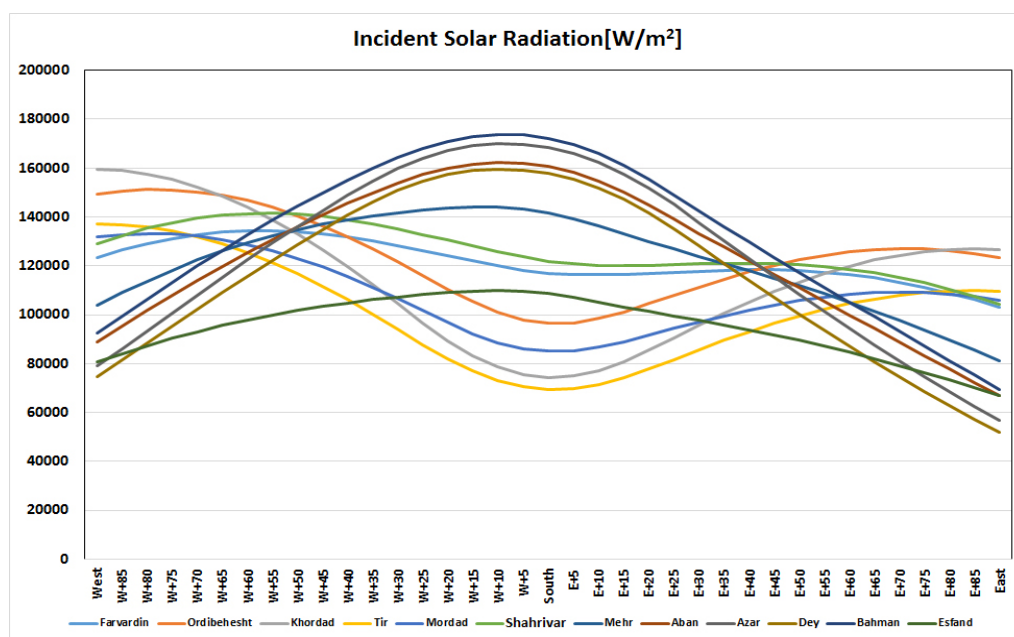
تصویر ۶. مدل شبیه سازی شده در نرم افزار انرژی پلاس

جدول ۱. عناصر به کار رفته در مدل سازی اتاق

کف	سقف	دیوار مشترک	دیوار خارجی	
۱۰ سانتیمتر بتن مگر سانتیمتر	۲ سانتیمتر پوشش نهایی بام	۱۰ سانتیمتر نمای آجری	۳ سانتیمتر نمای آجری	لایه ۱ (خارجی)
۵ سانتیمتر عایق حرارتی	۱ سانتیمتر عایق رطوبتی	۱ سانتیمتر ملات ماسه سیمان	۲ سانتیمتر ملات ماسه سیمان	لایه ۲
بخار بند (محافظ شیره بتن)	۵ سانتیمتر عایق حرارتی	۱۰ سانتیمتر بلوک سفالی	۱۰ سانتیمتر بلوک سفالی	لایه ۳
۱۵ سانتیمتر بتن کف	۱۵ سانتیمتر بتن سقف	۲ سانتیمتر اندود داخلی	۵ سانتیمتر عایق حرارتی	لایه ۴
۳ سانتیمتر پوشش نهایی کف	۲ سانتیمتر نازک کاری داخلی		۲ سانتیمتر اندود داخلی	لایه ۵ (داخلی)
۰,۵۰۹	۰,۴۲۳	۲,۱۹	۰,۵۰۹	ضریب انتقال حرارت (Kw/M ² K)



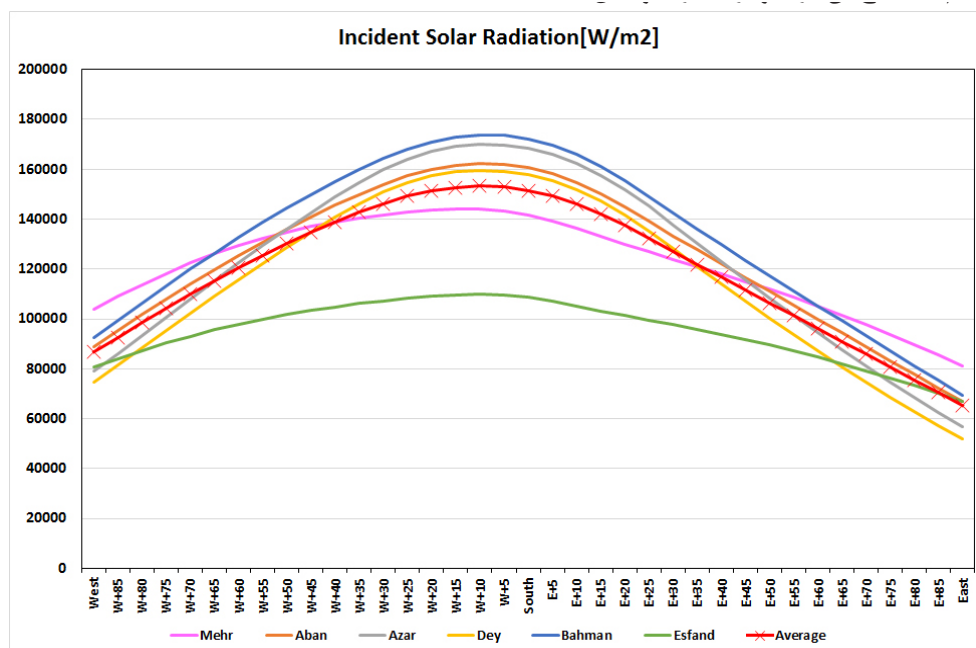
تصویر ۷. چرخش مدل های شبیه سازی شده نسبت به شمال



نمودار ۱. میزان دریافت انرژی خورشید در جهات مختلف در طول سال

زاویه مناسب با شمال به گونه ای که حداکثر انرژی خورشید را دریافت کنیم، شبیه سازی در زوایای مختلف انجام شده است. تصویر ۷ نحوه چرخش مدل ها در هنگام شبیه سازی را نشان می دهد. مدل شبیه سازی شده در بازه های پنج درجه ای به سمت غرب و شرق چرخیده است تا زاویه ای که بیشترین دریافت انرژی خورشید را دارد تعیین شود. نمودار شماره یک نتایج حاصل از این شبیه سازی را

تابش می باشد. در نیمکره شمالی، در طول زمستان خورشید از جنوب شرقی طلوع کرده و بعد از عبور از قسمت جنوبی در جنوب غربی غروب می کند. بنابراین یکی از بهترین نقاط برای ایجاد گلخانه، قسمت جنوبی ساختمان می باشد. به این علت که نور خورشید را می توان براحتی در طول زمستان برای کمک به گرم کردن ساختمان استفاده نمود. به منظور بررسی عملکرد گرمایشی گلخانه و یافتن



نمودار ۲. میزان دریافت انرژی خورشید در جهات مختلف در ماه های سرد

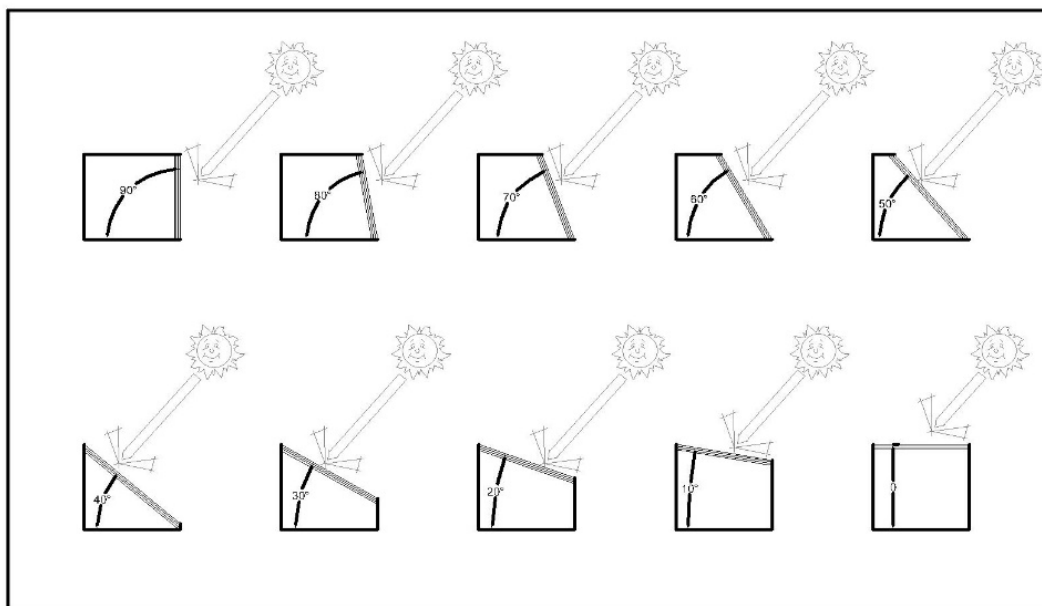
به سمت غرب می باشد.

۵-۱-۱- زاویه شیب سقف گلخانه

دستیابی به حداکثر کارایی در گردآورهای خورشیدی با جهت گیری، نصب و طراحی مناسب امکان پذیر است. با وجود این، کارایی یک گردآور خورشیدی به موقعیت آن (با توجه به عرض جغرافیایی) و زاویه شیب آن با سطح افق مرتبط است؛ زیرا هم جهت گیری و هم زاویه شیب، مقدار تابش خورشیدی را که به سطح گردآور می رسد را تغییر می دهند (پوینده، ۱۳۸۹، ص ۵۹). از آنجایی که گلخانه به عنوان یک گردآور عمل می کند، زاویه شیب سقف آن به منظور رسیدن به حداکثر کارایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. خوشبختانه حساسیت عملکرد گرمایشی در یک دامنه ی بهینه زاویه شیب کم است. برای مثال هر زاویه شیب در دامنه ۵۰ تا ۶۰ درجه برای در ایالات متحده راضی کننده است و کاهش بازدهی سامانه ها با این زوایا نسبت به زاویه بهینه ی دقیق در حدود پنج درصد و یا کمتر است (Robert.W.Jones, ۱۹۸۴). برای به دست آوردن زاویه شیبی که بیشترین میزان انرژی

در طول سال نشان می دهد. با اندکی مذاقه در این نمودار مشخص است که در طول ماه های گرم سال (شش ماه اول) جهت هایی که زاویه بیشتری نسبت به جنوب دارند انرژی زیادتری را دریافت می کنند؛ اما این موضوع در ماه های سرد سال (شش ماه دوم) تقریباً حالت عکس به خود می گیرد، به گونه ای که زوایای نزدیک تر به جنوب انرژی بیشتری را دریافت می کنند که با توجه به هدف ما از طراحی گلخانه که همانا کمک به کاهش بار گرمایشی در طول فصول سرد سال می باشد، این گونه جهت گیری برای ما مناسب تر خواهد بود.

برای به دست آوردن مناسب ترین زاویه در طول فصول سرد برای دریافت انرژی خورشید این بار بازه زمانی را محدود به شش ماه دوم سال نموده ایم که نتایج آن در نمودار شماره دو قابل مشاهده می باشد. نکته مورد نظر در نمودار فوق میانگین دریافت انرژی خورشید در طول فصول سرد سال می باشد که با توجه با آنمی توان دریافت که مناسب ترین جهت گیری به منظور دریافت حداکثر انرژی خورشید در شش ماه دوم سال چرخش ۱۰ درجه ای

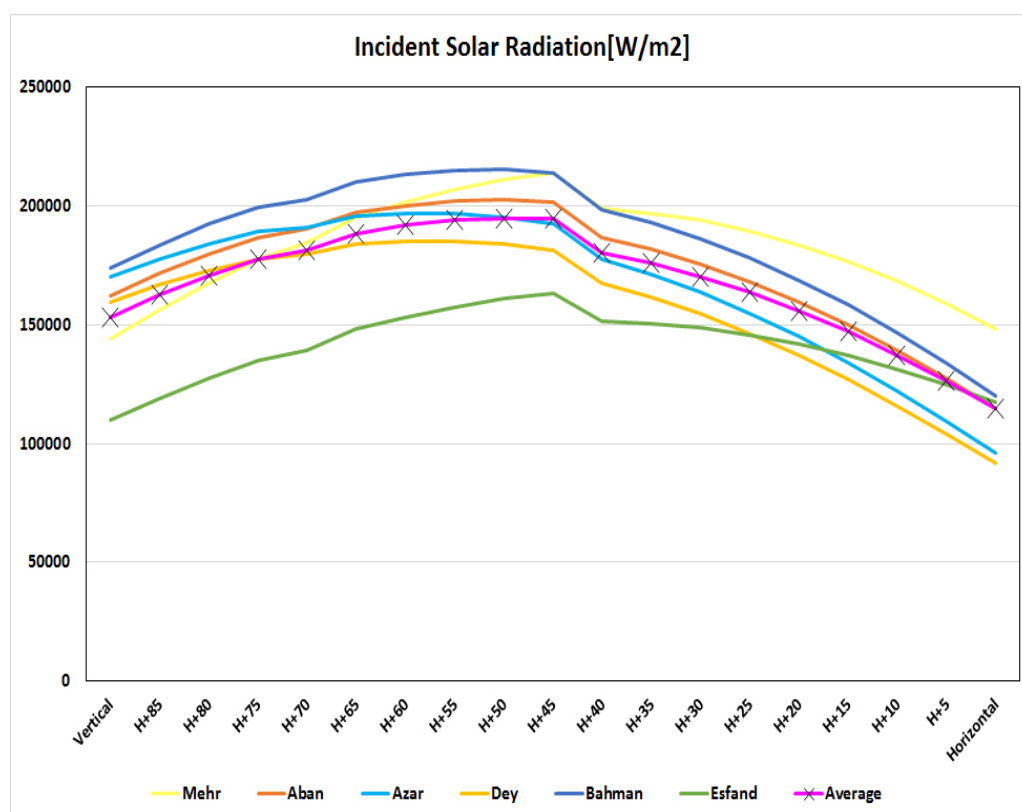


تصویر ۸. زوایای مختلف شبیه سازی شده نسبت به سطح افق

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No.45 winter 2016

۴۹۹



نمودار ۳. میزان انرژی تابشی ماهانه دریافتی زوایای مختلف شیب

دریافتی توسط گلخانه را داشته باشد این بار مدل شبیه سازی شده را در جهت ۱۰ درجه به سمت غرب و در زوایای مختلف شیب نسبت به سطح افق (تصویر ۸) محاسبه نموده که نتایج آن در نمودار شماره سه قابل مشاهده است.

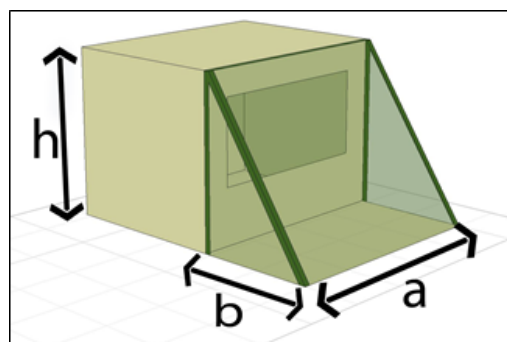
با توجه به نتایج موجود در نمودار شماره سه و نمودار میانگین انرژی دریافتی خورشید می توان دریافت که بیشترین بازده در دریافت انرژی خورشید در شش ماه دوم سال مربوط به زاویه شیب ۵۰ درجه نسبت به سطح افق می باشد. با در نظر گرفتن این نکته که جهت گیری شیشه به وسیله دو زاویه آزیموت و زاویه شیب تعریف می شود می توان نتیجه گرفت که مناسب ترین جهت گیری برای دریافت بیشترین انرژی در طول فصول سرد سال، زاویه آزیموت ۱۰ درجه به سمت غرب و زاویه شیب ۵۰ درجه نسبت به سطح افق می باشد.

۵-۱-۲- طول و عرض گلخانه

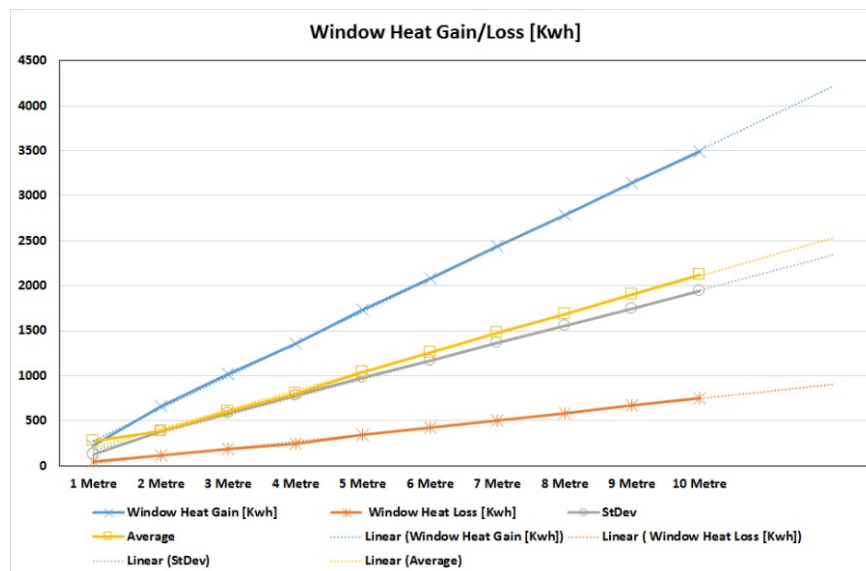
نسبت طول به عرض گلخانه در میزان دریافت انرژی و نیز اتلاف انرژی خورشید، نقش مهمی را ایفا می کند. بنابراین اختصاص مقادیر مناسب برای آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اگر در تصویر-۹، a طول گلخانه، b عرض گلخانه و h ارتفاع اتاق باشد، نمودار ۴- تاثیر افزایش طول گلخانه در میزان میانگین دریافت و اتلاف انرژی در شش ماه دوم سال را نشان می دهد.

با توجه به نمودار ۴- هرچه طول گلخانه (a) افزایش یابد، سطح رو به جنوب و در نتیجه میزان انرژی دریافتی توسط گلخانه نیز افزایش می یابد. اما این افزایش سطح شیشه باعث افزایش اتلاف انرژی در طول شب نیز می شود. برای درک بهتر از تاثیر افزایش طول گلخانه در عملکرد آن، میزان انحراف معیار استاندارد را برای هر کدام از شبیه سازی ها را محاسبه نمودیم. همانگونه که در نمودار ۴ مشخص است، نمودار انحراف معیار تا طول چهار متر منطبق بر نمودار میانگین دریافت و اتلاف انرژی می باشد که این امر بیانگر این موضوع است که این مقدار افزایش طول تا چهار متر تاثیر منفی در کارکرد گلخانه نخواهد داشت. اما با افزایش طول گلخانه به میزان بیش از چهار متر نمودار انحراف معیار به زیر خط میانگین میل میکند؛ هر چند این میزان تا طول شش متر تقریباً ناچیز است اما از طول هفت متر به بعد تقریباً محسوس می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که افزایش طول گلخانه بیش از حداکثر شش متر، با توجه به افزایش میزان اتلاف انرژی، نمی تواند کمکی در دریافت انرژی داشته باشد.

برای بررسی تاثیر افزایش عرض یا عمق گلخانه (b) در عملکرد آن، یک گلخانه به طول چهار متر را در چهار حالت و با عرض های (b)، (b+۵)، (b+۱۰) و (b+۱۵) (تصویر ۱۰) شبیه سازی کرده که نتایج آن



تصویر ۹. ابعاد گلخانه

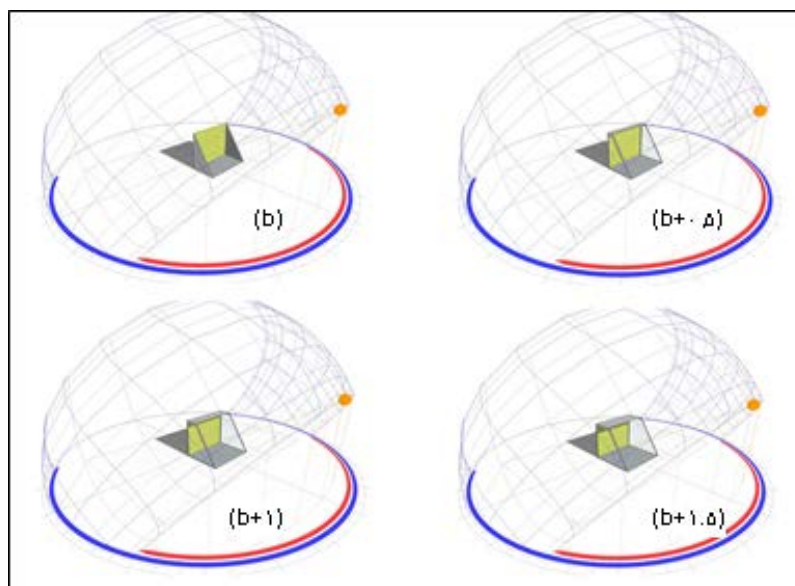


نمودار ۴. تاثیر افزایش طول گلخانه در دریافت و اتلاف انرژی

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No.45 winter 2016

۵۰۱



تصویر ۱۰. مدل های شبیه سازی شده برای گلخانه با عرض های مختلف

در ادامه قابل مشاهده می باشد.

در نمودار ۵ مشاهده می شود که با افزایش عمق، همانند افزایش طول میزان دریافت و اتلاف انرژی افزایش می یابد هرچند که این افزایش با شیب کمتری صورت می گیرد. اما نکته قابل توجه در این نمودار این است که همواره خط انحراف معیار در زیر خط میانگین دریافت و اتلاف انرژی قرار دارد و این فاصله بجز در حالت B میزان قابل توجهی می باشد. این موضوع به این دلیل است که با افزایش عمق سطح شیشه در ضلع شرقی و غربی و همچنین حجم گلخانه افزایش می یابد، اما سطح شیشه رو به جنوب که بیشترین انرژی را برای گلخانه دریافت می کند ثابت باقی می ماند. در این صورت عمق مناسب برای گلخانه، حداقل ممکن می باشد که با توجه به ارتفاع اتاق مجاور می توان آن را به این صورت تعریف کرد:

$$\text{Cot}(\alpha) = \frac{b}{h}$$

در این رابطه α همان زاویه شیب بهینه (50°) می باشد، و با توجه به مشخص بودن ارتفاع اتاق حداقل عمق گلخانه (b) که اندازه بهینه می باشد نیز قابل محاسبه است.

۵-۱-۳- شیشه کاری

بیشترین میزان اتلاف انرژی در گلخانه ها از طریق پنجره ها اتفاق می افتد. معمولاً این مقدار بیش از مجموع راه های دیگر است. این موضوع به این خاطر است که شیشه ها ذاتاً مقاومت کمی در برابر از دست دادن انرژی دارند و همچنین شیشه ها بخش زیادی از سطح خارجی گلخانه ها را تشکیل می دهند. پنجره های دارای شیشه های شفاف و تک جداره به سبب ضریب انتقال حرارت زیاد از نقاط ضعف پوسته خارجی ساختمان در انتقال حرارت به حساب می آیند. کاهش ضریب انتقال حرارت پنجره ها می تواند این جداره های شفاف را به اجزایی مطلوب از نظر تبادل حرارت در ساختمان مبدل سازد (طهماسبی، ۱۳۸۸، ص ۱). به منظور

بهبود عملکرد پنجره ها در گلخانه می توان از پنجره های دو جداره و نیز پنجره هایی با شیشه های کم گسیل استفاده کرد، که باعث کاهش ضریب انتقال حرارت در پنجره شده و در نتیجه سبب کاهش اتلاف انرژی در گلخانه می شود. برای به دست آوردن حالت مطلوب موقعیت های زیر شبیه سازی شده و نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

A. پنجره یک جداره با شیشه ساده شش میلیمتری

B. پنجره یک جداره با لایه کم گسیل از داخل

C. پنجره یک جداره با لایه کم گسیل از خارج

D. پنجره دوجداره با شیشه ساده

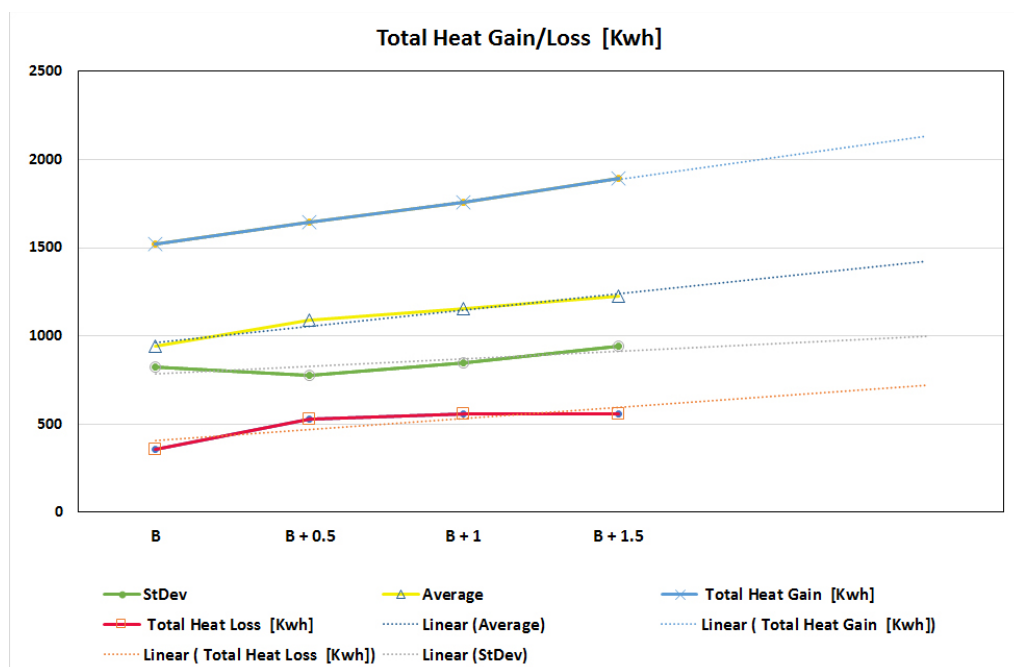
E. پنجره دوجداره با لایه کم گسیل در سطح داخلی شیشه خارجی

F. پنجره دوجداره با لایه کم گسیل در سطح خارجی شیشه داخلی

جدول ۲ میانگین روزانه انرژی دریافتی و تلف شده از طریق پنجره را در فصل پاییز و زمستان نشان می دهد، که بر اساس آن مشاهده می شود بیشترین اتلاف حرارت در حالت A اتفاق می افتد، علیرغم اینکه بیشترین دریافت نیز در همین حالت می باشد، اما دمای گلخانه در کمترین حالت خود قرار می گیرد. کمترین انرژی تلف شده در حالت E اتفاق می افتد که بیشترین دمای گلخانه نیز در همین حالت می باشد. در حالت های B و C دمای گلخانه تنها کمی بیش از حالت A می باشد که این موضوع بیانگر این نکته است که استفاده از لایه کم گسیل فقط در صورتی می تواند نتیجه قابل قبولی را ایجاد کند که از پنجره با شیشه های دوجداره استفاده شود.

۵-۱-۴- عایق کاری

سطوح شیشه ای با وجود اینکه عامل ورود انرژی خورشید در طول روز می باشند، به دلیل ضریب انتقال حرارت زیاد باعث خروج درصد قابل توجهی از این انرژی به خارج به ویژه در طول شب می باشند. یک شیوه موثر برای کاهش اتلاف حرارت از طریق شیشه های گلخانه استفاده از عایق متحرک است که



نمودار ۵. تاثیر افزایش عرض گلخانه (B) در دریافت انرژی

جدول ۲. انرژی دریافتی و تلف شده در حالات مختلف پنجره و شیشه

	انرژی دریافت شده [Kwh]	انرژی اتلاف شده [Kwh]	میانگین دمای اتاق [C]	میانگین دمای گلخانه [C]
A	۱۸۲۸,۶	۸۶۸,۲	۲۹,۷	۲۴,۲
B	۱۴۶۷,۸	۵۷۲,۷	۳۱,۸	۲۴,۵
C	۱۵۳۴,۵	۶۷۱,۲	۳۲	۲۴,۲
D	۱۵۹۶,۳	۶۰۵,۵	۳۴,۹	۲۵,۱
E	۱۳۵۰,۸	۴۷۹,۹	۳۷,۶	۲۵,۵
F	۱۲۹۲	۴۱۵	۳۵,۹	۲۴,۸۷

در هنگام شب در محل خود قرار می گیرد و در طول روز می توان آن را حذف کرد، از آنجایی که این عایق در طول روز روی شیشه قرار ندارد تاثیر چندانی در عملکرد گلخانه ندارد. عایق متحرک که در هنگام شب نصب می شود این امکان را به گلخانه می دهد که گرمای بیشتری را در طول شب به فضای مجاور منتقل کند. عایق متحرک همچنین در طول شب آسایش را برای استفاده کنندگان از گلخانه و نیز دمای بالاتر را برای گیاهان فراهم می کند. برای بهبود عملکرد پنجره ها باید از اتلاف انرژی آنها در طول شب جلوگیری کنیم. برای رسیدن به مکان مناسب برای عایق، مدلسازی در سه حالت عایق از خارج، داخل و بین دوجدار شیشه انجام گرفت. برای این منظور از یک لایه عایق با ضریب انتقال حرارت

جدول ۳. تاثیر عایقکاری پنجره روی اتلاف انرژی آن

[Kwh] انرژی اتلاف شده	
بدون استفاده از عایق حرارتی	۵۹۹,۴۰
عایق حرارتی از داخل	۲۳۳,۳۱
عایق حرارتی بین دو جدار شیشه	۲۳۲,۹۴
عایق حرارتی از خارج	۲۳۷,۲۸

این زاویه آزمون برای دریافت بیشترین دریافت انرژی خورشیدی ۵۰ درجه نسبت به افق می باشد. هر چند اغلب انتخاب زاویه شیب برای گلخانه به یک انتخاب، بین ترکیبی از زاویه شیب بهینه و یک قسمت با زاویه شیب ۹۰ درجه (عمودی) ختم می شود که این انتخاب بیشتر به دلیل عملکرد معماری گلخانه انجام می شود تا به دلیل عملکرد حرارتی آن. از مزایای استفاده از شیشه کاری عمودی در گلخانه می توان به افزایش کاربری فضای، به واسطه افزایش ارتفاع سقف اشاره کرد. علاوه بر این استفاده از پنجره های عمودی سازگاری ظاهر گلخانه با دیگر بخش های ساختمان را افزایش می دهد. همانطور که در تصویر ۱۱ مشخص است شکل (A) بیشترین طول شیشه با شیب بهینه را دارد، اما به دلیل ارتفاع کوتاه سقف بیشتر قسمت های آن قابل استفاده برای ساکنان نمی باشد. شکل (B) به لحاظ عملکرد معماری وضعیت مطلوبی را دارد اما کمترین میزان شیشه با زاویه بهینه را دارد که این موضوع باعث ضعیف شدن عملکرد حرارتی گلخانه می باشد. اما شکل (C) به صورت مناسبی هر دو جنبه عملکرد معماری و حرارتی گلخانه را تامین می کند.

منابع و مآخذ

مازریا، ادوارد (۱۳۸۵) معماری خورشیدی غیرفعال؛ ترجمه بیژن آقازاده؛ تهران، نشر پیک ادبیات.
لکسر، نوربرت (۱۳۸۵) گرمایش، سرمایش، روشنایی، رویکردهای طراحی برای معماران؛ ترجمه محمدعلی کی نژاد و رحمان آذری؛ تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

$0.7^{\circ}\text{w/m}^2\text{k}$ که در این شبیه سازی از پشم شیشه به ضخامت 5 Cm و با ضریب هدایت $0.036\text{ w/m}^2\text{k}$ و چگالی 140 kg/m^3 استفاده شده است که از ساعت ۵ بعد از ظهر تا ۷ صبح سطح شیشه را می پوشاند که جدول ۲ نتایج این شبیه سازی را به نمایش می گزارد.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود در حالت عایقکاری از خارج بیشترین میزان اتلاف را خواهیم داشت، نمودار عایق کاری بین دو جدار و عایق کاری از داخل تقریباً بر هم منطبق می باشد. باید توجه داشت که عایق کاری بین دو جدار علاوه بر مشکلات اجرایی، هزینه بیشتری را نیز بر طرح تحمیل می کند.

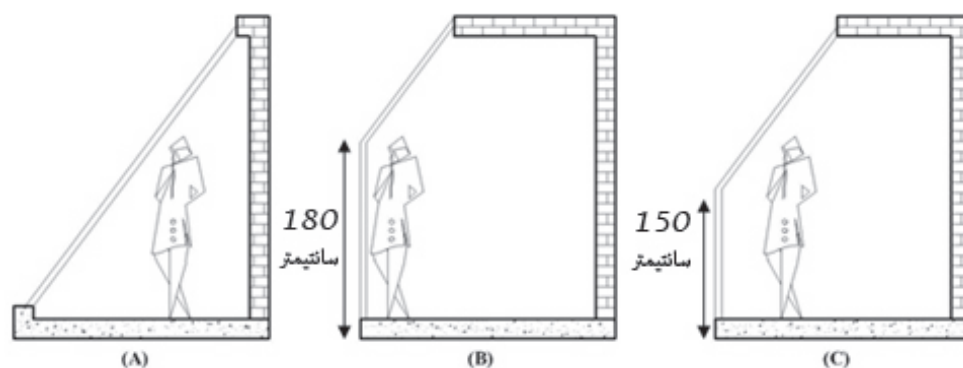
۶- نتیجه گیری و جمع بندی

نتایج این پژوهش نشان می دهد که در شرایط اقلیمی شهر کرمانشاه شرایط آسایش درونی در فضاهای مسکونی بدون هیچ گونه تمهیدی محدود بوده و در فصول سرد سال راهکارهای استفاده از دریافت گرمای درونی و همچنین دریافت مستقیم غیرفعال خورشیدی پیشنهاد می گردد؛ بنابراین در حداقل پنج ماه از سال استفاده از گرمایش گلخانه های خورشیدی در آن اقلیم توجیه پذیر است. تحلیل ها نشان می دهد که مناسب ترین جهت گیری برای گلخانه های خورشیدی در شهر کرمانشاه طی شش ماهه دوم سال که نیاز به گرمایش درونی وجود دارد زوایای نزدیک به جنوب و بطور مشخص زاویه آزمون ۱۰ درجه نسبت به غرب می باشد همچنین بهینه ترین زاویه شیب سقف گلخانه در

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No.45 Winter 2016

۵۰۴



تصویر ۱۱. استفاده از شیشه ی عمودی در گلخانه

18 September 2008

Oliveti G., De Simone M., and Ruffolo S., "Evaluation of the Absorption Coefficient for Solar Radiation in Sunspaces and Windowed Rooms"; Solar Energy; No. 82, 2008

رازجویان، محمود (۱۳۸۸) آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم؛ تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

Mihalakakou G. and Ferrante A., "Energy Conservation and Potential of a Sunspace: Sensitivity Analysis"; Energy Conversion & Management; No. 41, 2000

Mihalakakou G., "On the Use of Sunspace for Space Heating/Cooling in Europe"; Renewable Energy; No. 26, 2002

Esposti W., Meroni I., Scamoni F., Tirloni P., Pollastro C., and Lacci R., "Experimental Analysis of the Energy Performance of an Attached Sunspace"; Energy and Buildings; No. 14, 1990

Taleghani Mohammad, Tenpierik Martin, Dobbela Andy van den: The Effect of Different Transitional Spaces on Thermal Comfort and Energy Consumption of Residential Buildings; Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

J. Deubener G. Helsch, A. Moiseev, H. Bornhöft: Glasses for solar energy conversion systems; Institute of Non-Metallic Materials, Clausthal University of Technology, D-38678 Clausthal-Zellerfeld, Germany; EFZN Lower Saxony Centre of Energy Research, D-38640 Goslar, Germany; Available online

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۵ زمستان ۹۵
No. 45 winter 2016

۵۰۵

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری

Urban Management

شماره ۴۵ زمستان ۹۵

No.45 Winter 2016

۵۰۶